

Ordenación de la vegetación de las torcas de la Serranía de Cuenca y sus relaciones con algunos factores del medio

Adrián Escudero¹ y Pedro Regato²

1. Departamento de Biología Vegetal I (Botánica). Facultad de Biología.
Universidad Complutense de Madrid. 28040 Madrid

2. Botanique et Ecologie Méditerranéenne. Casa 461. Université d'Aix Marseille III.
13397 Marseille 13

Key words: canonical ordination, environmental gradients, Sistema Ibérico, vegetation.

Resumen. Se ha abordado el estudio de la vegetación presente en las torcas de la Serranía de Cuenca. A partir de diferentes técnicas de ordenación se ha podido describir los gradientes que marcan la sucesión de diferentes tipos de comunidad a lo largo del eje N-S de las torcas, siendo los de insolación, altitud y pedregosidad los principales para describirlos. De forma paralela se han comparado los resultados obtenidos en la ordenación de los inventarios mediante análisis de correspondencias canónicas libre de tendencias (DCCA) y análisis de correspondencias libre de tendencias (DCA), resultando el primero altamente resolutivo a la hora de caracterizar estas situaciones tan complejas.

Abstract. *Vegetation ordination of the torcas from Serranía de Cuenca and its relation to environmental factors.* A study of the vegetation of the Cuenca range dolines has been carried out. The gradients that lead the spatial concatenation of different patterns of communities following the N-S axis has been described with the help of some ordination techniques. The main gradients are insolation, altitude and stony gradient. The results obtained in the ordination have been compared with detrended canonical correspondence analysis (DCCA) and detrended correspondence analysis (DCA). DCCA is highly resolutive in order to describe this very entangled situations.

Introducción

Las primeras referencias que conocemos acerca de las torcas de la Serranía de Cuenca fueron realizadas por Cortázar (1871) y Botella y Hornos (1875), los cuales plantean las primeras hipótesis sobre su formación. Según Cortázar, eran hundimientos circulares en los bancos calizos del Cretácico, mientras que para Botella y Hornos, la existencia de ciertos surtidores escalonados según determinadas fallas en el terreno habrían provocado su génesis.

Posteriormente otros autores profundizan en la idea de génesis por hundimiento. El trabajo más reciente es el de Eraso et al. (1979), el cual, basán-

se en las ideas de Meléndez (1971), plantea que las torcas se formaron sobre una superficie de erosión a favor de fracturas y diaclasas por un efecto de disolución de las aguas en sentido descendente, motivando tanto su ensanchamiento como su forma circular.

Dadas las especiales características geomorfológicas de estos enclaves aparecen muy diferentes biotopos en su interior. La elevada riqueza florística es debida a esta alta variabilidad ecológica que se presenta en las torcas. Son muchos los botánicos que por este motivo las han visitado (Caballero 1942, 1944, 1946; López 1976, 1978). Igualmente esta riqueza botánica nos ha inducido a estudiar con detalle la variabilidad de estas comunidades y las relaciones con el medio, todo ello encaminado a conocer la estructura, composición florística, y a proponer una tipología de torcas que permita establecer unas bases concretas para promover su conservación, dado su elevado interés biológico y geomorfológico.

Área de estudio

La zona objeto del presente estudio está enclavada en la Serranía de Cuenca, comprendiendo tres agrupaciones de torcas (Santa María del Val, Palancares y Cañada del Hoyo) y la formación de bancos masivos de dolomías de la Ciudad Encantada.

Torcas de Palancares: La zona de Palancares se caracteriza por presentar el aspecto de una gran mesa aislada, tratándose en realidad de una superficie de erosión encajada entre tres valles. Dicha superficie alcanza su cota máxima hacia el Norte, en torno a los 1300 m, inclinándose ligeramente hacia el Sur hasta los 1200 m.

Torcas de Cañada del Hoyo: Estos hundimientos kársticos se encuentran emplazados a ambos lados del polje de Guadazaón, alargado en sentido NNE-SSW. Su origen es posiblemente estructural, ya que su dirección predominante coincide con la importante falla de Valdemoro (Eraso et al. 1979). Su expansión lateral ha provocado la captura de numerosas torcas. Otras, al intersectar en profundidad el nivel freático regional, aparecen con agua en su interior. La altitud media del área es de 1000 m.

Torcas de Santa María del Val: Constituye un conjunto de torcas menos numeroso, situado en una mesa a 1350 m, delimitado por el río Chico y por los arroyos de la Solanilla y la Veguilla. Estos últimos han capturado algunas torcas al extenderse sus valles en cabecera.

Dolomías de la Ciudad Encantada: Dentro de este gran conjunto kárstico, situado a 1300 m, nos hemos centrado en los estrechos callejones, o más bien fisuras, que recorren los bancos masivos de dolomías del popularmente conocido como «mar de Piedra». Su origen kárstico y su indudable interés como refugio de ciertos táxones marcan unas semejanzas evidentes con las torcas, lo cual nos ha inducido a incluirlas en nuestro estudio.

Litológicamente las torcas se encuentran en una zona de materiales jurá-

sicos a los que se superponen otros cretácicos. El Jurásico está constituido por materiales calcodolomíticos muy potentes, plegados y fracturados en fases orogénicas paleoalpinas. A éstos se superpone una primera capa de materiales arenosos del Cretácico inferior que provocan una desarmonía entre el Jurásico y los materiales dolomíticos del Cretácico superior. El arrastre hídrico subterráneo de esta formación intermedia no karstificable y el descalcamiento de la base de la roca karstificable aflorante han debido influir decisivamente en el colapso o hundimiento final, origen de los sistemas de torcas (Eraso et al. 1979).

No se dispone de estaciones meteorológicas en las cuatro zonas de estudio. No obstante, se pueden encontrar estaciones lo suficientemente cercanas y en áreas de características lo bastante semejantes como para abordar el tema. Basándonos en las aproximaciones realizadas por Elena-Roselló (1985), hemos extraído algunos datos climáticos de cuatro estaciones asimilables a nuestras cuatro zonas de estudio (Tabla 1).

Según la tipología fitoclimática de Allué (1990) las zonas 1, 2 y 3 (Santa María del Val, Ciudad Encantada y Palancares) quedarían incluidas dentro del tipo IV(VI)₂, y la zona 4 (Cañada del Hoyo), resultaría más difícil de encuadrar quedando entre el IV(VI)₂ y el IV(VI)₁. En cualquier caso se trata de un clima transicional de tipo submediterráneo, que acrecienta su mediterraneidad en el caso de Cañada del Hoyo.

Bioclimáticamente se sitúan en el piso supramediterráneo con ombroclima subhúmedo, menos las torcas de Cañada del Hoyo, que se encuentran en un horizonte mesomediterráneo superior.

Consideraciones botánicas previas

Las cuatro zonas de estudio presentan un estrato arbóreo dominante de *Pinus nigra* Arn. subsp. *salzmannii* (Dunal) Janchen, aunque las series con las que contactan y en las que en ocasiones se integran van desde los quejigares del

Tabla 1. Caracterización climática y altitudinal de las cuatro zonas de estudio. Valores de precipitación (PP) y temperatura media anual (Temp. med.).

Zona de estudio	PP anual	PP verano	Temp. med.	Altitud
Sta. M ^a del Val ¹	946	125	9.5	1300
Ciudad Encantada ²	853	120	9.7	1330
Palancares ³	779	108	10.4	1150
Cañada del Hoyo ⁴	644	72	11.4	1070

Estaciones asimilables a nuestras zonas de estudio:

1. Beteta, Palancar y Zatiquero
2. Cuenca, Ensanche de Buenache
3. Cuenca, Los Palancares
4. Valdemorillo, Dehesa del Tamaral

Cephalantero longifoliae Quercetum fagineae, a los sabinares del *Junipero hemisphaerica-thuriferae* e incluso a los carrascales del *Bupleuro rigidi Quercetum rotundifoliae* en el caso de Cañada del Hoyo (Rivas Martínez 1987). El pino negral juega un papel preponderante en situaciones geomorfológicamente difíciles para otras especies arbóreas, como son los bancos masivos de dolomías de la Ciudad Encantada (Regato & Escudero 1990) o amplias zonas en torno a las torcas, donde la planicie rocosa es muy superficial. Su adaptación a estas zonas rocosas le permite ocuparlos sin problemas de competencia por parte de otras especies arbóreas (Akman et al. 1979; Wendelberger 1973), y alcanzar una gran longevidad. De hecho, en torcas de Palancares donde Richter (1988) elaboró series dendrocronológicas, se encontraron ejemplares de más de 400 años.

Método

Diseño del muestreo

Entre los varios métodos de muestreo de la vegetación que existen se ha optado por un muestreo preferencial (Knapp 1984) de acuerdo con el método de Braun-Blanquet, dada su demostrada utilidad para tipificar, ordenar y clasificar unidades de vegetación (Westhoff & van der Maarel 1978; Orlóci 1978).

El estudio se ha centrado en cuatro torcas con morfología típica en «embudo» (Fig. 1), ya que presentan una mayor riqueza de medios y, por consiguiente, de grupos florísticos. Estudiamos una torca en buen estado de cada zona, excepto en Cañada del Hoyo donde, al haber torcas con agua y sin ella, se consideró una de cada tipo. Por otro lado, en la Ciudad Encantada se han estudiado dos callejones. De esta forma, es posible abordar el estudio de la estructura del sistema torca en sentido amplio, así como realizar un análisis comparativo de estas formaciones dentro de las cuatro torcas consideradas y con los callejones de la Ciudad Encantada.

Se han realizado inventarios de las especies vegetales vasculares y evaluado su cobertura mediante los índices de abundancia-dominancia de Braun Blanquet (1979), transformados según la propuesta de van der Maarel (1979). Con el fin de poder realizar una ordenación de todas las comunidades presentes en la torca, se han levantado inventarios de 100 m² a lo largo de un transecto Norte-Sur, que recoge el efecto solana-umbría sobre la vegetación. En general se distinguen cuatro zonas (Fig. 1), que denominamos plana superior (pla), cantiles (can), ladera (lad) y fondo de torca (fon). En algunas ocasiones, se ha subdividido dos o tres veces la zona de ladera, dada la complejidad que puede presentar. En la torca del agua no hemos inventariado la zona cubierta por el agua, y en la Ciudad Encantada no existe zona de ladera, debido al diferente origen kárstico de esta unidad geomorfológica, por lo cual tampoco se ha podido considerar.

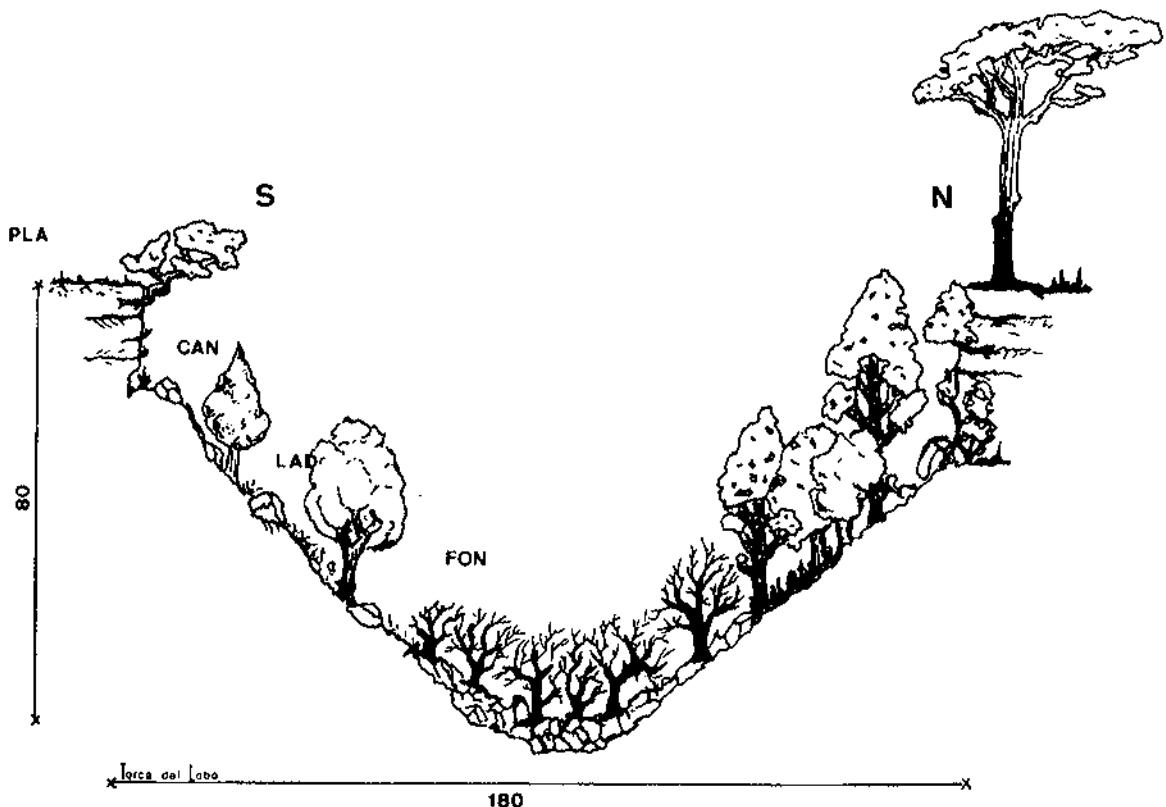


Figura 1. Corte esquemático de la torca del Lobo, Palancares y situación topográfica de las zonas inventariadas, así como sus dimensiones en metros (pla: plana superior; can: cantil; lad: ladera; fon: fondo de la torca).

Además, se ha incluido un inventario de la vegetación dominante en cada una de las zonas estudiadas, excepto en Santa María del Val donde, al encontrarse las torcas en una zona de contacto entre el pinar (*P. nigra* subsp. *salzmannii*) y el sabinar (*Juniperus thurifera*), se han realizado dos. Estos inventarios se han realizado igual que los anteriores y aproximadamente a 100 m del borde de cada una de las torcas.

En la tabla 2 se presenta un esquema de la situación de cada inventario en su torca. En total se han realizado 39 inventarios, que resumen todas las situaciones que hemos encontrado en las torcas estudiadas.

Además de los datos florísticos, se tomaron 6 variables abióticas: insolación, obtenida con el método de Gandullo (1974) a partir de la inclinación, la latitud y la orientación; cobertura de la vegetación (%); cobertura de la roca, en una escala proporcional del 1 al 5, cabida cubierta o cobertura del estrato arbóreo (%); altitud (m) y pendiente (°). Además se acompañaban de los datos climáticos de la tabla 1.

Tratamientos de los datos

Hemos confeccionado dos matrices de 39 inventarios, una florística de 280 especies y otra ambiental de 9 variables.

En primer lugar analizamos la matriz de correlación de los factores ambientales. Cuatro de ellos,—altitud, precipitación anual media, precipitación de verano y temperatura anual media— presentaban una coincidencia muy acusada, con una correlación superior al 90%. Por ello, en el análisis definitivo no tuvimos en cuenta estos tres últimos factores.

La ordenación de estos dos conjuntos de datos es posible mediante la utilización de análisis canónicos (Williams, 1983; Gittins, 1985; Jongman et al. 1987). En particular el análisis canónico de correspondencias (CCA - ter Braak 1986, 1987) parece dar muy buenos resultados, tal como parece reflejar el evi-

Tabla 2. Situación y nombre de los inventarios considerados en los análisis definitivos. En las torcas de Cañada del Hoyo hemos simbolizado con (A) a los inventarios realizados en una de las torcas del agua, y con (H) los levantados en una sin agua.

	Palancares	Santa M ^a del Val	Cañada del H.	Ciudad Encan.
Plana sup.	L ₁	V ₁	H ₅	E ₃ y E ₄
Cantil N	L ₂	V ₂	A ₂	E ₁ y E ₂
Ladera N	L ₃	V ₃ y V ₄	H ₁ , H ₂ y A ₁	
Fondo	L ₄	V ₅	H ₃	
Ladera S	L ₅ , L ₆ y L ₇	V ₆ , V ₇ , V ₈ y V ₉	A ₃ y H ₄	
Cantil S	L ₈	V ₁₀	A ₄	E ₅ y E ₆
Veget. general	L _{9Pin}	V _{11Pin} y V _{12Sab}	A _{5Pin} y H _{6Pin}	

dente incremento de popularidad que están adquiriendo (Oksanen & Huttunen 1989). La posibilidad de contrastar un conjunto de datos florísticos y otro ambiental de unas localidades coincidentes se podía haber realizado mediante técnicas de regresión múltiple (Austin et al. 1984) las cuales presentan importantes limitaciones metodológicas, tales como que cada especie requiere estudios individualizados, que en los estudios de vegetación es muy difícil asumir distribuciones normales de los errores y que las relaciones especies-variables suelen ser no lineares (ter Braak 1987); o mediante técnicas de ordenación de gradiente indirecto, que mediante análisis en dos pasos, en el sentido de Whittaker (1967), deberían dar resultados semejantes pero evidentemente más imprecisos.

En definitiva, se ha sometido a los datos a un análisis canónico de correspondencias. Dada la gran longitud de los ejes extraídos, aproximadamente 10 SD (unidades de desviación estándar) para el primer eje canónico, parece recomendable la utilización de técnicas que asuman modelos no lineares (ter Braak & Prentice 1988). Para evitar el efecto de arco (Hill & Gauch 1980) observado en una primera fase del análisis, hemos optado por evitar esta relación mediante la utilización de polinomios de 2º grado. Pese a que Knox (1989) no encuentra diferencias significativas con las técnicas más tradicionales (Hill & Gauch 1980), nuestros resultados parecen coincidir con la afirmación de Peet et al. (1988) para el que algunos factores son más fácilmente interpretables con este tipo de soluciones. Por otro lado, hemos realizado un DCA (Hill 1979; Hill & Gauch 1980) con una correlación posterior de las variables con los ejes extraídos, todo ello encaminado a comparar con los resultados anteriormente obtenidos.

Todos los análisis se han realizado gracias al paquete CANOCO (ter Braak 1988).

Resultados

De la interpretación del biplot de ordenación determinado por los ejes canónicos I-II-DCCA (Análisis canónico de correspondencias libre de tendencias. Fig. 2 y tabla 3) se pueden diferenciar los siguientes tipos de comunidades, siempre a la luz de los gradientes ambientales que los determinan, así como por sus afinidades florísticas y fitosociológicas.

A) Se agrupan los inventarios más térmicos en la zona positiva del eje de insolación. Laderas sur de Cañada del Hoyo y pie de cantil sur de torcas de Palancares.

B) Laderas de las torcas de zonas bioclimáticamente más frías. Se desplazan a favor del eje de altitud.

C) Laderas norte de Cañada del Hoyo y el inventario L5 de la torca del Lobo (se sitúa en la ladera sur pero en contacto con la vegetación arbolada del fondo de la torca), estas condiciones de sombra no muy acentuada son las características de este grupo de inventarios.

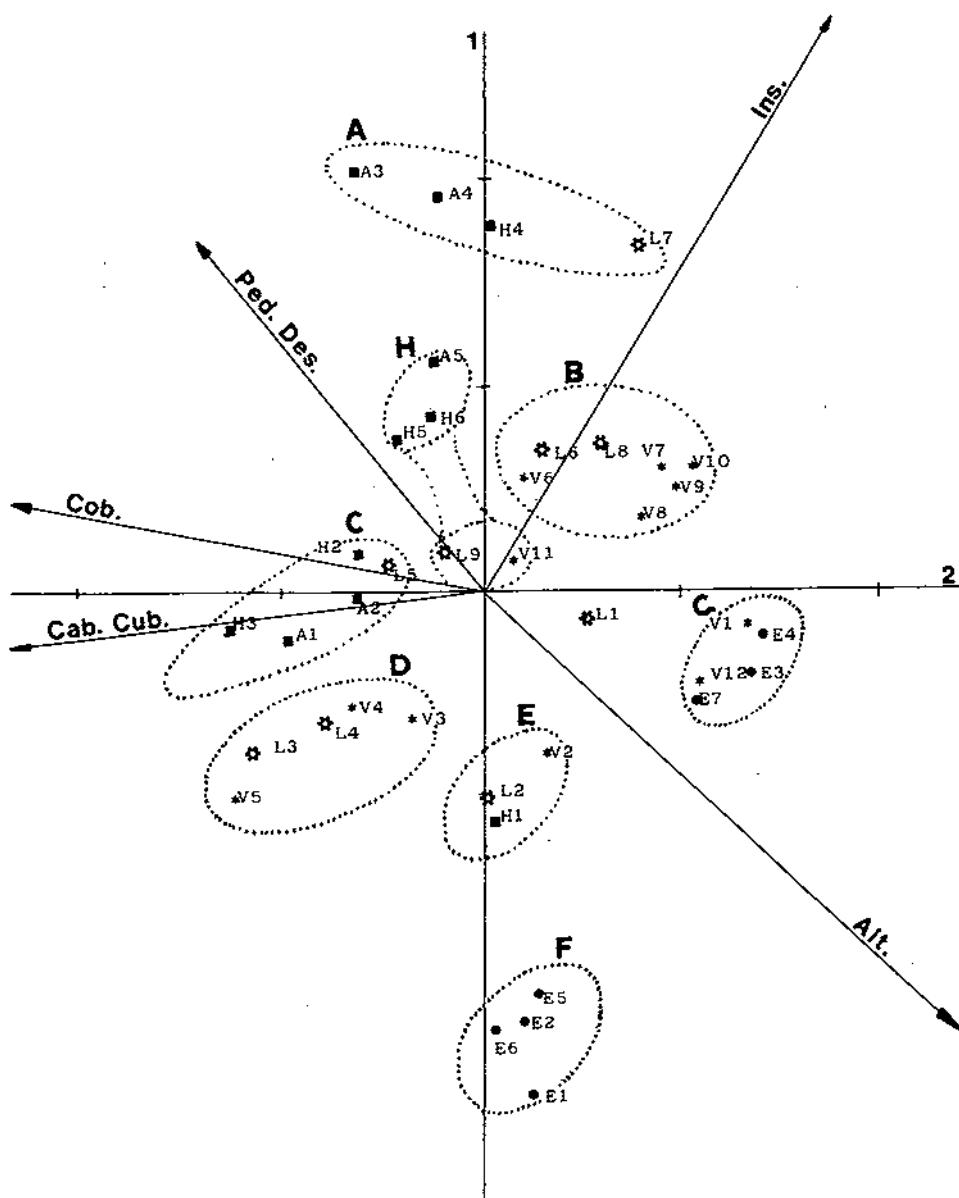


Figura 2. Grupos de inventarios reconocibles en el plano I/II del DCCA. (A(■): torca del Agua —del Tejo—; E(●): Ciudad Encantada; H(■): Cañada del Hoyo —torca de los Arcos—; V(*): Santa María del Val; L(◊): Palancares —torca del Lobo—). Las flechas marcan los gradientes ambientales: Ped: pedregosidad descendente; Ins: insolación; Alt: altitud; Cab: cabida cubierta; Cob: cobertura total.

D) Laderas norte de Santa María del Val y de Palancares. Se separa del grupo anterior a favor del gradiente de altitud, aunque presenta idénticos valores de cabida cubierta y cobertura.

E) Paredes norte. Separadas de C y D a favor del gradiente de rocosidad y en sentido inverso al de cobertura.

F) Inventarios típicamente rupícolas de la Ciudad Encantada. Aislado en un extremo del eje de rocosidad.

G) Pinares subrupícolas de la Ciudad Encantada. Destaca la similitud con los bordes superiores de las torcas de Santa María del Val y Palancares (se observa una tendencia de L1, borde superior de la torca del Lobo, a desplazarse hacia este grupo) y por otro lado se incluyen los sabinares de Santa María del Val (V12).

H) Pinares maduros. Se pueden separar dos subgrupos dentro de éste. Por un lado, los de Cañada del Hoyo y, por otro, el resto.

Un estudio semejante del plano I/II del DCA (Análisis de correspondencias libre de tendencias. Fig. 3 y tabla 3) ha mantenido el mismo esquema general, pero han quedado englobados, por un lado, los inventarios de ladera de umbría (C y D) y, por otro, los de ladera de solana, a los que se han sumado los pinares maduros (H y B), aunque los pinares de Cañada del Hoyo se sitúan muy cerca del grupo de comunidades más termófilas (A). El grupo rupícola más esciófilo (F) ha quedado disgregado (Fig. 3). En cualquier caso, los vectores propios de los ejes I y II son ligeramente más grandes que los de los ejes canónicos extraídos anteriormente. La correlación realizada de las variables ambientales sobre dichos ejes demuestra que las variables ambientales están pobemente correlacionadas con los primeros dos ejes extraídos del DCA. Aplicando DCCA, la correlación especies-variables ambientales se incrementa considerablemente (tabla 3).

Por otra parte, una prospección similar del diagrama I-II (DCA) de los datos de las especies nos permitió identificar los grupos florísticos (Fig. 4) que aparecen en estas torcas y los gradientes ambientales que los caracterizan. El eje I lo podemos interpretar como un gradiente climático relacionado con la humedad, quedando en el extremo superior los táxones más exigentes en cuanto a requerimientos hidráticos. En la zona negativa del eje I se interpreta un gradiente relacionado con la temperatura (eje II). Los grupos florísticos de rela-

Tabla 3. Vectores directores obtenidos para los dos primeros ejes (A). Correlación especies-variables ambientales (B).

A		B	
Eje 1	Eje 2	Eje 1	Eje 2
DCA	0.48	0.38	0.60
DCCA	0.42	0.34	0.86

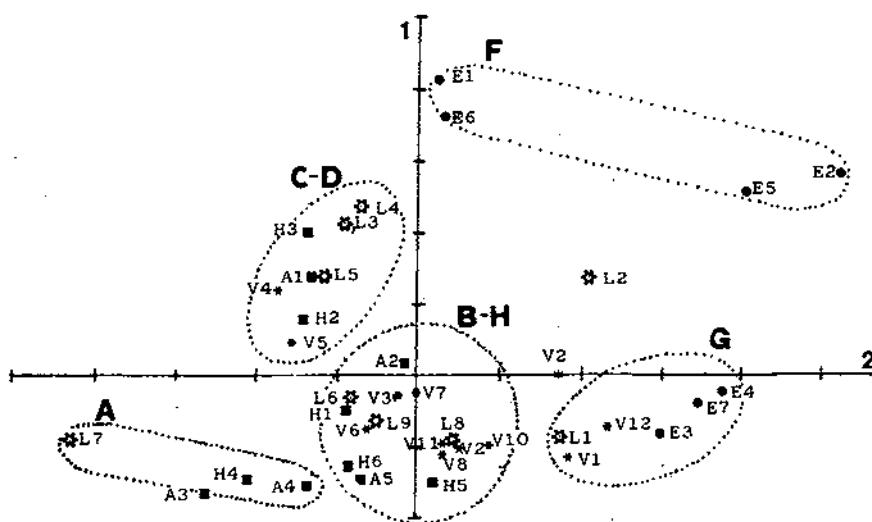


Figura 3. Grupos de inventarios reconocibles en el plano I/II del DCA. (A(■): torca del Agua —del Tejo—; B(●): Ciudad Encantada; H(■): Cañada del Hoyo —torca de los Arcos—; V(*): Santa María del Val; L(✖): Palancares —torca del Lobo—).

ciones ecológicas y corológicas semejantes que hemos distinguido son los siguientes (se han señalado todas las especies marcadas en la figura 4):

- Fuertemente nemoral: En la zona positiva del eje I y caracterizado por las siguientes especies: *Tilia platyphyllos*, *Asplenium scolopendrium*, *Melica uniflora*, *Sanicula europaea* e *Ilex aquifolium*. Este grupo aparece confinado en el fondo de los estrechos callejones de la Ciudad Encantada.
- Eurosiberiano: Caracterizados por *Fragaria vesca*, *Corylus avellana*, *Mycelis muralis*, *Brachypodium sylvaticum*, *Hepatica nobilis*, *Poa nemoralis* y *Geranium robertianum*. En laderas norte, en zonas muy próximas a los cantiles. En la zona de Cañada del Hoyo aparece muy empobrecido.
- Submediterráneo-nemoral: Caracterizado por *Lonicera xylosteum*, *Phyteuma orbiculare*, *Tanacetum corymbosum*, *Laserpitium nestleri*, *Acer monspessulanum*, *Campanula rapunculus*, *Linum viscosum*, *Leucanthemum vulgare*, *Sorbus aria*, *Solidago virgaurea*. En fondos de torcas y laderas norte.
- Submediterráneo: Caracterizado por *Quercus faginea*, *Pinus nigra*, *Buxus sempervirens*, *Teucrium chamaedrys*, *Amelanchier ovalis*, *Pinus sylvestris*, *Brachypodium phoenicoides*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Cistus laurifolius*. Es el grupo que constituye las formaciones generales de estos territorios.
- Mediterráneo mesófilo: Caracterizado por *Lavandula latifolia*, *Stipa offneri*, *Quercus rotundifolia*, *Thymus vulgaris*, *Euphorbia nicaensis*, *Genista scorpius*, *Leuzea conifera*, *Argyrolobium zanonii*, *Satureja obovata*, *Helianthemum cinereum*. Laderas de solana y formaciones climáticas de Cañada del Hoyo.

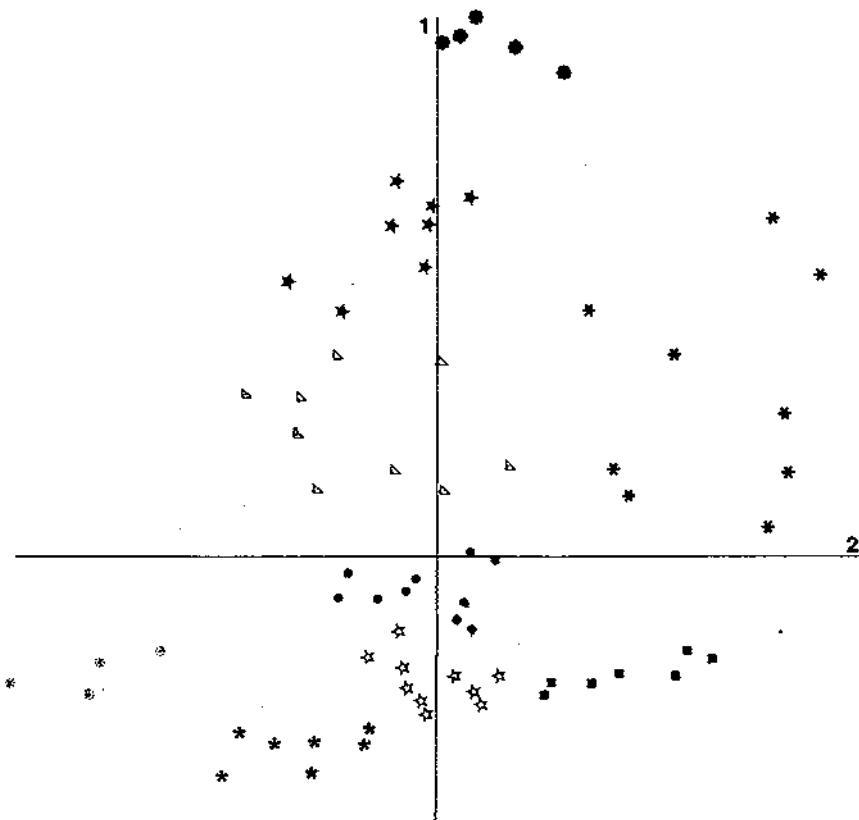


Figura 4. Ordenación de especies en el plano I/II del DCA utilizado para reconocer los diferentes grupos florísticos. El eje I se relaciona con un gradiente de humedad y el eje II, en la zona negativa del eje I, se interpreta como un gradiente relacionado con la temperatura. (●) Fuertemente nemoral; (★) Eurosiberiano; (△) Submediterráneo-nemoral; (■) Submediterráneo; (△) Mediterráneo mesófilo; (■) Estepario-continental; (×) Térmico; (□) Termo-nitrófilo; (※) Rupícola.

f) Estepario-continental: Caracterizado por *Avenula bromoides*, *Coronilla minima*, *Helianthemum canum*, *Thymus bracteatus*, *Poa ligulata*, *Anthyllis montana*, *Festuca hystrix*, *Salvia phlomoides*. Planas sin desarrollo edáfico de los bordes superiores de las torcas. Muy empobrecido en las zonas meridionales.

g) Térmico: Caracterizado por *Jasminum fruticans*, *Pistacia terebinthus*, *Stipa parviflora*, *Rosmarinus officinalis*, *Antirrhinum barrelieri*, *Juniperus phoenicea*. Laderas sur y cantiles de idéntica exposición muy erosionados.

h) Termonitrófilo: Caracterizado por *Psoralea bituminosa*, *Pallenis spinosa*, *Melica magnolii*, *Echium vulgare*. Sólo en las laderas sur de Cañada del Hoyo y al pie de algunos cantiles de orientación sur en el resto de las zonas.

i) Rupícola: Grupo de amplia extensión que ocupa toda la zona positiva del eje II. *Saxifraga latepetiolata*, *Potentilla caulescens*, *Sarcocapnos enneaphylla*, *Erinus alpinus*, *Asplenium fontanum*, *Antirrhinum pulverulentum*, *Draba dedeana*, *Globularia repens*, *Silene saxifraga*, *Ononis aragonensis*. Sobre las duras dolomías de la Ciudad Encantada y de forma puntual en el resto de los cantiles.

Discusión

La validez del DCCA, a la hora de establecer relaciones entre las muestras y las variables externas, ha sido puesta de manifiesto por ter Braak (1987, 1986). En nuestro estudio parece que las pequeñas diferencias florísticas que pueden aparecer entre los diferentes tipos de comunidades no se pueden individualizar completamente con un DCA, salvo los de una elevada singularidad florística, sin embargo el DCCA que hemos utilizado parece maximizar estas diferencias, gracias a los gradientes ambientales que se han considerado, dando unos resultados más fáciles de interpretar y ajustados a las características geomorfológicas, ecológicas y biogeográficas de las especies y de las estaciones consideradas.

Existe una gran similitud entre las torcas de Santa María del Val y las de Palancares, probablemente como respuesta a las duras condiciones bioclimáticas que soportan. Las torcas de Cañada del Hoyo quedan separadas de las anteriores (Grupos A y C, por un lado, y B y D, por el otro).

En todas las torcas se observa el mismo esquema. Los pinares superiores del exterior de la torca, que soportan condiciones climáticas no modificadas, ocupan siempre posiciones intermedias entre las laderas sur y norte (la posición del grupo H es siempre intermedia entre los grupos comentados anteriormente). Estos pinares están relacionados siempre con el grupo florístico D.

Los pinares subrupícolas de la Ciudad Encantada se individualizan claramente. Únicamente se relacionan con los bordes superiores de las torcas (V1 y L1) de Palancares y Santa María del Val. Esta relación confirma el esquema dinámico propuesto por nosotros para estos pinares subrupícolas (Regato & Escudero, 1990), desarrollados sobre planas dolomíticas en la Serranía de Cuenca, donde presentan un papel edafogenético de vital importancia para el desarrollo de las comunidades vegetales asociadas (ver grupo G). El grupo florístico asociado es el número F.

Las paredes norte de las torcas se separan del resto de los grupos nemoriales a favor del eje de rocosidad. Destaca la constancia de especies como *Taxus baccata* y *Ononis aragonensis* (Grupo E). Estas comunidades están relacionadas con el grupo florístico B.

Las paredes de los callejones de la Ciudad Encantada presentan condiciones típicamente rupícolas, por lo que las comunidades que se establecen allí son altamente especializadas (Grupo F). En el fondo de estos callejones se re-

fugian unos táxones muy exigentes desde el punto de vista hídrico. Son el grupo A obtenido en nuestro análisis, sin duda uno de los más interesantes desde el punto de vista biogeográfico y ecológico.

Las paredes de la mayoría de las torcas orientadas al sur no se individualizan, por no presentar condiciones muy rupestres, debido al alto grado de descomposición y fracturación de la roca.

En los fondos de las torcas resalta el gran desarrollo de los fanerófitos, constituyéndose verdaderos bosquetes donde los arces, cerezos de Santa Cecilia (*Prunus mahaleb*) y avellanares adquieren un porte considerable. Aunque este hecho pueda extrañar debido a la enorme pedregosidad del sustrato, seguramente la proximidad del nivel freático y el drenaje por las líneas de fisura de las paredes generan unas condiciones hídricas muy favorables (Grupos de inventarios C y D). Los fondos de torca presentan los mismos elementos florísticos que las laderas norte, si bien la cobertura del estrato arbustivo es mucho más elevada y la del estrato herbáceo es más reducida; problemática esto último es debido al acúmulo de grandes bloques en el sumidero de la torca (Grupos florísticos C y D).

Los callejones presentan una estructura diferente de la de las torcas. Las condiciones nemoriales de los fondos suelen ser mayores, pudiendo llegar a formar parte de simas y formando comunidades semejantes a las descritas por Herrero & al. (1988). Destacamos la presencia de *Asplenium scolopendrium* L., primera cita provincial para Cuenca (Grupo florístico A).

Conclusiones

Las torcas con una morfología característica de embudo presentan una brusca diferenciación entre exposiciones norte y sur, con características nemoriales en el primer caso y térmicas en el segundo.

Existe una clara diferencia entre las torcas de Santa María del Val-Palancares con respecto a las de Cañada del Hoyo. Esta diferencia se observa también en los pinares que las engloban, pero menos acentuada.

Su valor como refugio de táxones no climáticos es muy elevado. Los grupos fitoecológicos que hemos podido tipificar son muy escasos en el resto del Sistema Ibérico Meridional. Aumenta su interés por reunir en muy poca superficie comunidades claramente eurosiberianas con otras de carácter térmico levantino.

La degradación de algunas torcas bien estructuradas es debida a la afluencia humana (torcas del agua) con fines recreativos, al establecimiento de basureros permanentes (Lagunaseca), la poda por motivos ornamentales de algunas especies (tejo, acebo, etc.), la corta de pinos de alto valor estético, muy longevos, pero de escaso interés maderero, y la utilización ganadera (se llega incluso a descolgar el ganado con cuerdas, como hemos visto en la torca del Lobo), que dificulta la regeneración de especies sobresalientes en estos me-

dios y favorece el desarrollo de un denso herbazal nitrófilo, provocando una homogeneización florística en la torca.

El análisis de correspondencias canónico (DCCA) parece ser una herramienta resolutiva para ordenar estas comunidades con interrelaciones abióticas tan complejas, resultando los gradientes de altitud, cobertura de la vegetación, insolación, pendiente, cabida cubierta y rocosidad adecuados para explicar la variabilidad fitocenótica presente en las torcas.

En definitiva, dada la originalidad de estas formaciones geomorfológicas, su rareza, su papel como reservorio de especies actualmente poco frecuentes en nuestro territorio y el interés que presentan desde el punto de vista ecológico, creemos de gran importancia establecer un marco de protección legal que evite todo tipo de agresiones.

Bibliografía

- Allué, J.L. 1990. Atlas fitoclimático de España. Taxonomía. INIA. Madrid.
- Akman, Y., Barbero, M. & Quezel, P. 1979. Contribution à l'étude de la végétation forestière d'Anatolia méditerranéenne. *Phytocoenologia* 5: 120-140.
- Austin, M.P., Cunningham, R. & Flemming, P.M. 1984. New approach to direct gradients using environmental scalars and statistical curve-fitting procedures. *Vegetatio* 55: 11-27.
- Botella, A. & Hornos, F. 1875. Hoces, salegas y torcas de la provincia de Cuenca. *Ann. Soc. Esp. Hist. Nat.* 4: 150.
- Braun-Blanquet, J. 1979. Fitosociología. Blume. Madrid.
- Caballero, A. 1942. Apuntes para una flórula de la Serranía de Cuenca. *Anal. Jard. Bot.* Madrid 2: 236-265.
- Caballero, A. 1944. Apuntes para una flórula de la Serranía de Cuenca. *Anal. Jard. Bot.* Madrid 4: 403-457.
- Caballero, A. 1946. Apuntes para una flórula de la Serranía de Cuenca. *Anal. Jard. Bot.* Madrid 6: 503-547.
- Cortázar, D. 1871. Itinerarios geológicos de la provincia de Cuenca. Comisión del mapa geológico de España. Madrid.
- Elena-Roselló, R. 1985. Estudio fisiográfico y climático de los pinares autóctonos españoles de *Pinus nigra* Arn. *Comunicaciones del INIA*, serie: Rec. Nat. 36. Madrid.
- Eraso, A. & al. 1979. Estudio de las torcas de Palancares y Cañada del Hoyo en el karst de la Serranía de Cuenca. *Kobie* 9: 7-69.
- Gandullo, J.M. 1974. Ensayo de evaluación cuantitativa de la insolación en función de la orientación y de la pendiente del terreno. *Analales INIA* ser. rec. nat. 1. Madrid.
- Gittins, R. 1985. Canonical analysis. A review with application in ecology. Berlin.
- Herrero Borgoñón, J.J.; Crespo, M.B. & Hernández, J.A. 1988. Aportación al conocimiento florístico de las simas de la comarca de la Safor (Valencia). *Bol. Centro Estudios Alto Palancia* 14-16: 129-134.
- Hill, M.O. 1979. *Decorana: a Fortran program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging*. New York.

- Hill, M.O. & Gauch, Jr. 1980. Detrended Correspondence analysis as improved ordination techniques. *Vegetatio* 42: 47-58.
- Jongman, R., Ter Braak, C. & Van Tongeren, O. (eds.), 1987. Data analysis in community and landscape ecology. Wageningen.
- Knapp, R. (ed.) 1984. Sampling methods and taxon analysis in vegetation science. The Hague.
- López, G. 1976. Contribución al conocimiento fitosociológico de la Serranía de Cuenca, I. *Anal. Inst. Bot. Cavanilles* 33: 5-87.
- López, G. 1978. Contribución al conocimiento fitosociológico de la Serranía de Cuenca, II. *Anal. Inst. Bot. Cavanilles* 34: 597-702.
- Meléndez, F. 1971. Estudio geológico de la Serranía de Cuenca en relación con sus propiedades petrolíferas. *Publicaciones de la Facultad de Ciencias de Madrid*.
- Oksanen, J. & Huttunen, P. 1989. Finding a common ordination for several data sets by individual difference scaling. *Vegetatio* 83: 137-145.
- Orlóci, L. 1978. Multivariate analysis in vegetation research. 2nd ed. Dr. W. Junk. The Hague.
- Peet, R.K., Knox, R.G., Case, J.S. & Allen, R. 1988. Putting things in order: the advantages of detrended correspondence analysis. *Amer. Nat.* 131: 924-934.
- Regato, P. & Escudero, A. 1990. Caracterización fitoecológica de los afloramientos rocosos del Sistema Ibérico Meridional. *Bot. Complutensis* 15: 149-162.
- Richter, K. 1988. Dendrochronologische und dendroklimatologische Untersuchungen an Kiefern (*Pinus* sp.) in Spanien. Hamburg.
- Rivas-Martínez, S. 1987. Mapas de la serie de vegetación de la Península Ibérica. ICONA, Madrid.
- Ter Braak, C. 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, 67(5): 1167-1179.
- Ter Braak, C. 1987. The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. *Vegetatio* 69: 69-77.
- Ter Braak, C. 1988. Canoco—an extension of DECORANA to analyze species-environment relationships. *Vegetatio* 75: 159-160.
- Ter Braak, C. & Prentice, I. 1988. A theory of gradient analysis. *Advances in ecological research* 18: 271-317.
- Van Der Maarel, E. 1979. Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects in community similarity. *Vegetatio* 39: 97-114.
- Wendelberger, G. 1973. Die Schwarzföhrenwälder südeuropas. *Mitt. Flor. Soz. Arbeitsgem N.F. 10. Stolzenam.*
- Westhoff, V. & Van Der Maarel, E. 1978. The Braun Blanquet approach. ed. Dr. W. Junk, The Hague.
- Whittaker, R.H. 1967. Gradient analysis of vegetation. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*. 42: 207-264.
- Willians, B.K. 1983. Some observations on the use of discriminant analysis in ecology. *Ecology* 64: 1283-1291.